

# EPDM 과 各種 Polymer 의 Blend 에 依한 性能變化 및 그 應用에 關한 研究(第3報)

EPDM 과 Butadiene Rubber 의 Blend 에 對하여

國 防 科 學 研 究 所

金 駿 洙

(1972年 3月 20日 受理)

## Studies on the Physical properties and Application of EPDM-Polymer Blends. Part 3. Physical Properties for EPDM-BR Blends.

by

Joon Soo Kim

### Abstract

As a series of the studies of EPDM-polymer blends, the experiments are concentrated to the investigation of the physical properties of the EPDM-BR blends.

The results are shown as follows:

1. In blending, tensile strength and elongation decreased with increase in EPDM contents.
2. The resistance for aging and ozone were much improved after blending. It was effective more than the ratio of EPDM/BR is 50/50.
3. Tear strength is less influenced after blending and rebound character decreased with increase in EPDM contents.

### 緒 論

前報<sup>1,2)</sup>에서 EPDM 과 NR 그리고 EPDM 과 SBR의 blend 에 對하여 報告하였거니와 이들 結果를 土臺로하여 本報에서는 耐摩耗性이 좋고 反撥彈性이 크며 動的 發熱이 적고 充填劑와 比較的 親和性이 좋은 등의 長點을 가진 butadiene rubber 를 混用고무로 選定 實驗하였다. <sup>3, 4, 5, 6)</sup>

實驗에 供한 EPDM 으로서는 역시 Esprene 501 을 選定하였고 BR 로서는 Diene 35 NF 를 擇하여 配合條件 加黃條件<sup>7, 8, 9)</sup> 등은 第1報<sup>1)</sup>에서와 같은 方法으로 變量混和<sup>10, 11)</sup>하므로서 理化學的性能<sup>12, 13, 14, 15, 16)</sup>에 미치는 影響 即 配合고무의 mooney viscosity 와 mooney

scorch time 그리고 rheograph 를 測定하였고 加黃고무<sup>17, 18, 19)</sup>에 對한 硬度, 引張強度, 伸張率, modulus, 引裂強度, 反撥彈性, 切傷成長率, 耐摩耗性, 壓縮永久歪<sup>20)</sup>, 耐老化性<sup>21, 22, 23)</sup> 및 耐 ozone 性<sup>24, 25)</sup> 등에 對하여 實驗檢討 하였기에 報告한다.

### 實 驗

#### 1. 材 料

1) 原料고무

EPDM: Ethylene propylene terpolymer(Esprene 501)

BR: Butadiene rubber(Diene 35 NF)

2) 其他 配合材料

HAF: High abrasion furnace black(Continex HAF)

SRF: Semi-reinforcing furnace black(Continex SRF)

TS: Tetramethyl thiuram monosulfide(Accel TS)

M: 2-Mercapto benzothiazole(김세라 M)

PBN: Phenyl-β-naphthylamine(Monsanto)

ZnO: 東信合成, 特號品

Stearic acid: 愛敬油脂

Process oil: High aromatic oil (Esso H-1)

Sulfur: 미원산업

## 2. 配合實驗

### 1) 配合

配合<sup>26,27,28</sup>은 roll size 20cm×68cm 에 回轉比 1 : 1.25 의 混合 roll 을 使用하였고 roll temperature 를 50±5°C 로 하여 第 1 報<sup>1)</sup>에서 報告한 順序와 方式에 따라 Table 1-3 과 같이 EPDM 과 BR 을 變量 混練하여 試驗에 供하였다.

Table 1-3. Rubber formulation

Materials	1	2	3	4	5
Esprene 501	—	25	50	70	100
Diene 35 NF	100	75	50	25	—
Zine oxide	5	5	5	5	5
Stearic acid	1	1	1	1	1
HAF black	30	30	30	30	30
SRF black	20	20	20	20	20
Esso H-1	10	10	10	10	10
Sulfur	2	2	2	2	2
Acc. TS	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
// M	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Ant. PBN	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

### 2) 加黃條件

위에서 混合된 配合고무를 常溫에서 約 48 時間 放置하였다가 自動溫度調節器가 달린 電氣加熱式 press를 利用하여 153±2°C 에서 加黃하여 試驗에 供하였다.

## 試驗方法 및 結果

### 1. Mooney viscosity and mooney scorch time

Table 2-3. Mooney viscosity and mooney scorch time

Blending ratio	Mooney viscosity M.S1+4 120°C	Mooney scorch time 120°C min.		
		t <sub>5</sub>	t <sub>35</sub>	t <sub>430</sub>
EPDM/BR 0/100	45	20'00''	24'20''	4'20''
// 25/75	40	16'30''	20'00''	3'30''
// 50/50	41	9'30''	12'30''	3'00''
// 75/25	46	5'50''	8'10''	2'20''
// 100/0	35	14'00''	27'00''	13'00''

Mooney viscosity 와 mooney scorch time 은 Shimazu 製 空氣作動式 viscometer 를 使用하여 第 1 報<sup>1)</sup>에서와 같은 方法으로 測定하였고 그 結果는 Table 2-3 과 같다.

### 2. Rheograph

Rheograph 는 Toyoseiki 製 壓縮空氣作動式 type III 의 rheometer 를 使用하여 第 1 報<sup>1)</sup>에서와 같은 方法과 條件에서 試驗한 結果는 Fig. 1-3 과 같으며 그 data 는 Table 3-3 과 같다.

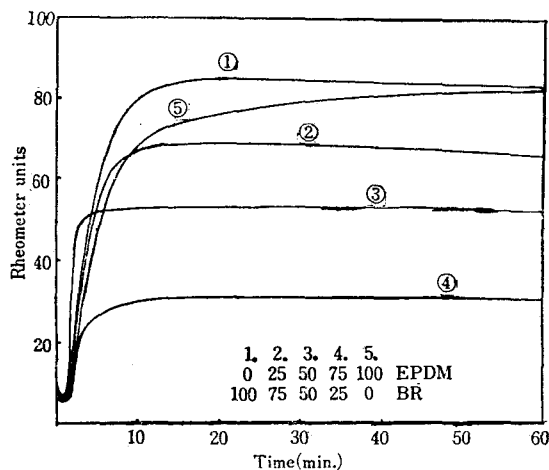


Fig. 1-3. Relation between rheograph of EPDM and BR blend.

Table 3-3. Rheograph data

EPDM/BR blending ratio	0/100	25/75	50/50	75/25	100/0
Ti	6.8	7.0	8.0	10.0	8.4
T min.	5.6	5.5	5.7	6.5	3.3
T thermo.	1.2	1.5	2.3	3.5	5.1
T min+2	7.6	7.5	7.7	8.5	5.3
t min+2	3'00''	3'10''	2'00''	1'30''	2'50''
T max	84.9	68.2	52.2	31.0	80.8
T 90	76.9	61.9	47.6	28.5	73.0
t 90	8'20''	6'20''	5'00''	5'10''	12'20''
Δt	5'20''	3'10''	3'00''	3'40''	9'30''

### 3. 理化學的性能

硬度, 引張強度, 伸張率, modulus, 引裂強度, 反撥彈性, 切傷成長率, 耐摩耗性, 壓縮永久歪, 耐 ozone 性 및 耐老化性 共히 第 1 報<sup>1)</sup>에서와 같은 方法으로 試驗測定하였으며 그 諸般 理化學的性能<sup>29,30</sup>의 綜合 結果들은 Table 4-3 과 같다.

Table 4-3. Physical properties

Physical properties EPDM/BR blending ratio	Hardness(Shore A)			Tensile strength (kg/cm <sup>2</sup> )			Elongation(%)			100% Modulus (kg/cm <sup>2</sup> )		
	Initial	After aging		Initial	After aging		Initial	After aging		Initial	After aging	
		100°C	120°C		100°C	120°C		100°C	120°C		100°C	120°C
0/100	65	68	69	118	106	95	300	220	180	32	40	47
25/75	66	69	70	115	108	100	260	240	200	39	44	48
50/50	67	70	71	102	98	96	220	200	180	42	46	50
75/25	66	68	70	100	95	93	240	230	210	40	42	46
100/0	64	66	67	185	183	182	550	530	500	25	28	32

Tearing strength(kg/cm)						Rebound (%)	Cut growth (%)	Abrasion index		Compression set (%)
A Type			B Type					Initial	After aging (100°C)	
Initial	After aging		Initial	After aging						
	100°C	120°C		100°C	120°C					
29	28	24	38	34	34	69.6	100	80	75	14.6(25%)
34	31	29	36	32	32	61.0	200	69	65	19.4(//)
22	20	20	32	30	30	57.4	300	43	40	25.8(//)
20	22	26	36	40	44	57.0	300	40	44	39.3(//)
48	47	45	62	60	57	55.3	20	50	55	48.6(//)

考 察

1. EPDM 및 BR의 變量에 따른 配合고무의 mooney viscosity와 mooney scorch time에 미치는 影響.

Mooney viscosity는 EPDM이 BR보다 낮은 便이며 EPDM이 增量됨에 따라 若干 低下되었다가 EPDM:

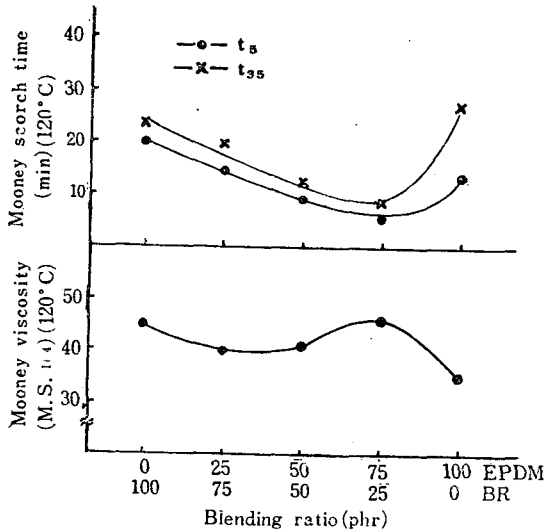


Fig. 2-3. Comparison of the mooney viscosity and mooney scorch time.

BR=75:25일때는 가장 높은 viscosity를 나타냈다.

그리고 mooney scorch time은 Fig. 2-3에서 보는 바와 같이 BR이 若干 짧은 便이지만 EPDM이 增量될수록 BR 單獨일때에 比하여 t<sub>5</sub>, t<sub>35</sub> 共に 계속 짧아지는 것을 알 수 있다.

2. EPDM 및 BR의 變量에 따른 老化前後의 硬度에 미치는 影響

硬度는 EPDM과 BR이 거의 비슷하며 Fig. 3-3에서 보는바와 같이 EPDM의 增量에 따라서도 큰 影響을 받지 않으나 老化試驗後에는 100°C에서 實施했을

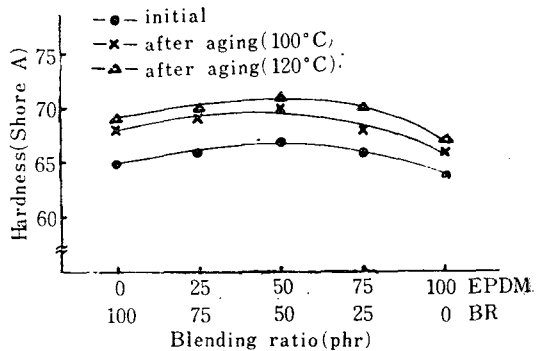


Fig. 3-3 Comparison of the hardness

때 2~3 120°C에서 實施했을때 3~4 程度 上昇되는 것 을 볼 수 있다.

### 3. EPDM 및 BR의 變量에 따른 老化 前後의 引張強度에 미치는 影響

引張強度는 EPDM 이 BR 보다 越等하게 높다. 그러나 EPDM 을 混用했을 때 BR 單獨보다 引張強度는 低下되고 EPDM 이 增量될수록 繼續 若干씩 떨어지는 現象을 보인다. 한便 老化試驗後에도 같은 傾向을 나타내고 있으나 Fig. 4-3에서 보는바와 같이 EPDM 이 增量될수록 耐熱老化性은 漸次 改善되는 것을 알 수 있고 특히 EPDM:BR=50 : 50 以上에서는 顯著하게 向上되는 것을 볼 수 있으며 100°C에서나 120°C에서의 溫度에 對한 影響을 크게 받지 않는 것을 알 수 있다.

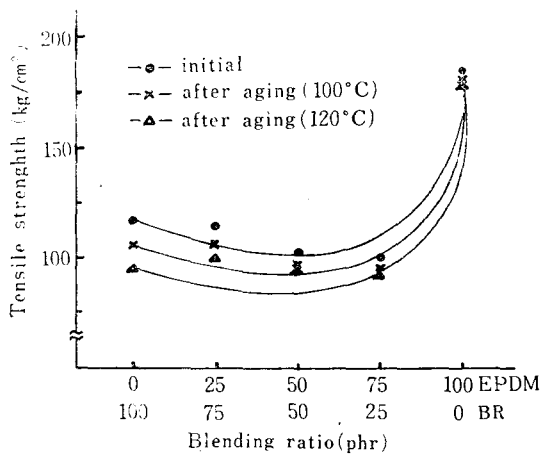


Fig. 4-3. Comparison of the tensile strength

### 4. EPDM 및 BR의 變量에 따른 老化前後의 伸張率에 미치는 影響

伸張率 역시 EPDM 이 BR 보다 越等하게 높다. 그러나 BR 에 EPDM 을 混用했을 때는 BR 單獨일때 보다 伸張率은 漸次 低下되는 現象을 나타냈으며 老化後

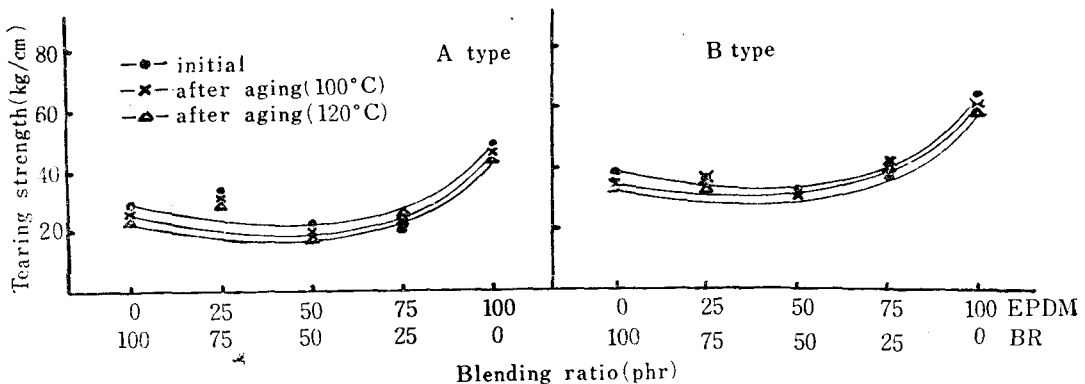


Fig. 7-3. Comparison of the tearing strength.

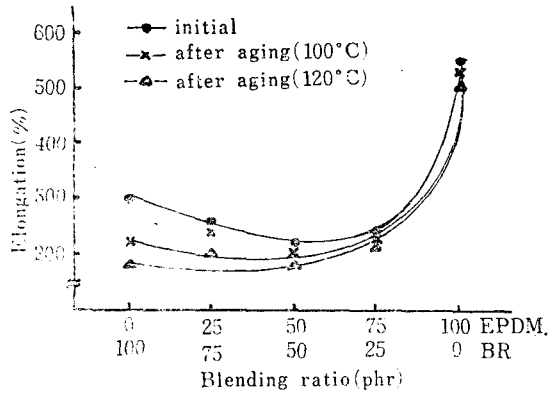


Fig. 5-3. Comparison of the elongation

에도 같은 傾向을 나타내고 있으나 Fig. 5-3에서 보는 바와 같이 EPDM 이 增量될수록 耐熱老化性은 漸次 改善되는 것을 볼 수 있으며 老化溫度에 對한 影響도 100°C에서나 120°C에서나 크게 받지 않는 것을 알 수 있다.

### 5. EPDM 및 BR의 變量에 따른 老化 前後의 100% modulus에 미치는 影響

Modulus는 BR의 伸張率이 낮기 때문에 300% modulus는 測定이 不可能 하였으며 100% modulus는 Fig. 6-3에서 보는바와 같이 EPDM 이 增量될 수록

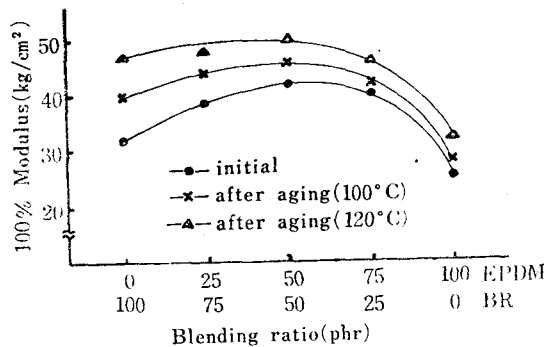


Fig. 6-3. Comparison of the modulus at 100%

若干씩 增加되는 現象이나 EPDM:BR=50 : 50 을 中心으로 다시 低下하는 現象을 나타냈다. 한편 老化試驗後에도 같은 傾向을 보이고 있다.

**6. EPDM 및 BR의 變量에 따른 老化 前後의 引裂強度에 미치는 影響**

引裂強度는 EPDM 單獨일 때 BR 單獨일 때에 比하여 A 型과 B 型 共히 若干씩 떨어지는 것을 알수있다. 다만 EPDM 을 blending 했을 때의 變化는 Fig. 7-3 에서 보는 바와같이 다른 物性에 比하여 極히 적은 便이며 老化後에 있어서도 100°C 에서 實施한 것이나 120°C 에서 實施한 것 또는 EPDM 과 BR 의 混和比率이 달라지는 것에 關係없이 큰 差異가 없는 것을 알수있다.

**7. EPDM 및 BR의 變量에 따른 反撥彈性에 미치는 影響**

反撥彈性은 BR의 가장 큰 特性中의 하나로서 EPDM 에 比하여 越等하게 크다. 그러나 EPDM 이 增量될수록 Fig. 8-3 에서 보는바와 같이 顯著하게 떨어지는 것을 알수있다.

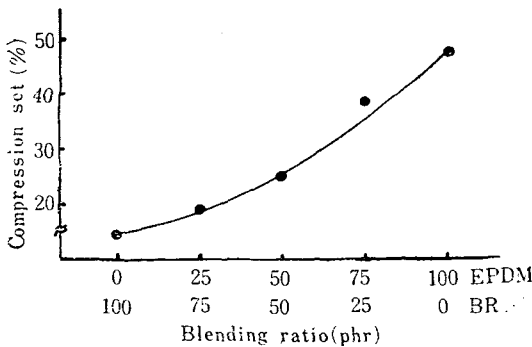


Fig. 8-3. Comparison of the rebound.

**8. EPDM 및 BR의 變量에 따른 切傷成長率에 미치는 影響**

切傷成長率은 EPDM 單獨이 BR 單獨보다 좋은 便이며 BR 이 blending 됨에 따라 若干 低下되었고 EPDM:BR=50 : 50 및 75 : 25 일 때는 共히 相當히 低下되었으나 利用面에 있어서의 影響이 없을 程度임을 알수있다

**9. EPDM 및 BR의 變量에 따른 老化 前後의 耐摩耗性에 미치는 影響**

耐摩耗性은 EPDM 이 BR 에 比하여 若干 떨어진다. 한편 EPDM 이 增量될수록 耐摩耗性도 차츰 低下되는데 EPDM: BR=50 : 50 및 75 : 25 일 때는 EPDM 單獨일 때 보다 더 低下되는 現象을 나타냈다.

그리고 老化後에 있어서는 Fig. 9-3 에서 보는바와 같이 EPDM: BR=75 : 25 일 때는 오히려 耐摩耗性이

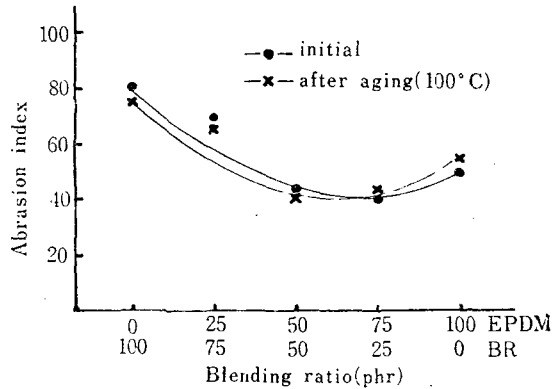


Fig. 9-3. Comparison of the abrasion index.

改善되는 것을 볼 수 있다.

**10. EPDM 및 BR의 變量에 따른 壓縮永久歪에 미치는 影響**

壓縮永久歪는 Fig. 10-3 에서 보는바와 같이 EPDM 이 增量될수록 漸次 커지는 現象을 나타내고 있다.

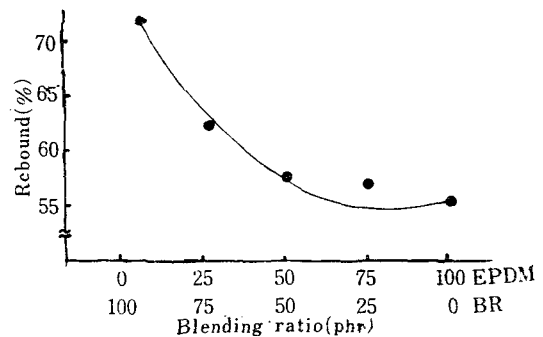


Fig. 10-3. Comparison of the Compression set

**11. EPDM 및 BR의 變量에 따른 耐 ozone 性에 미치는 影響**

耐 ozone 性은 EPDM 이 BR 에 比하여 越等하게 優秀한 것으로서 EPDM 이 增量됨에 따라 ozone 性도 顯著하게 改善되는 것을 볼수있다. Photo 1-3 및 Table 5-3 에서 보는바와 같이 EPDM 을 25 phr 混用했을 때 static test 에서 若干은 向上되나 時間의 經過에 따라 ozone cracking 이 많이 생겼고 EPDM 을 50 phr 以上 混用했을 때는 全然 ozone 의 影響을 받지 않는 것을 알수있다. 한편 dynamic test 에 있어서는 EPDM 單獨, BR 單獨 및 blending 했을 때 共히 耐 ozone 性은 좋은 結果였다.

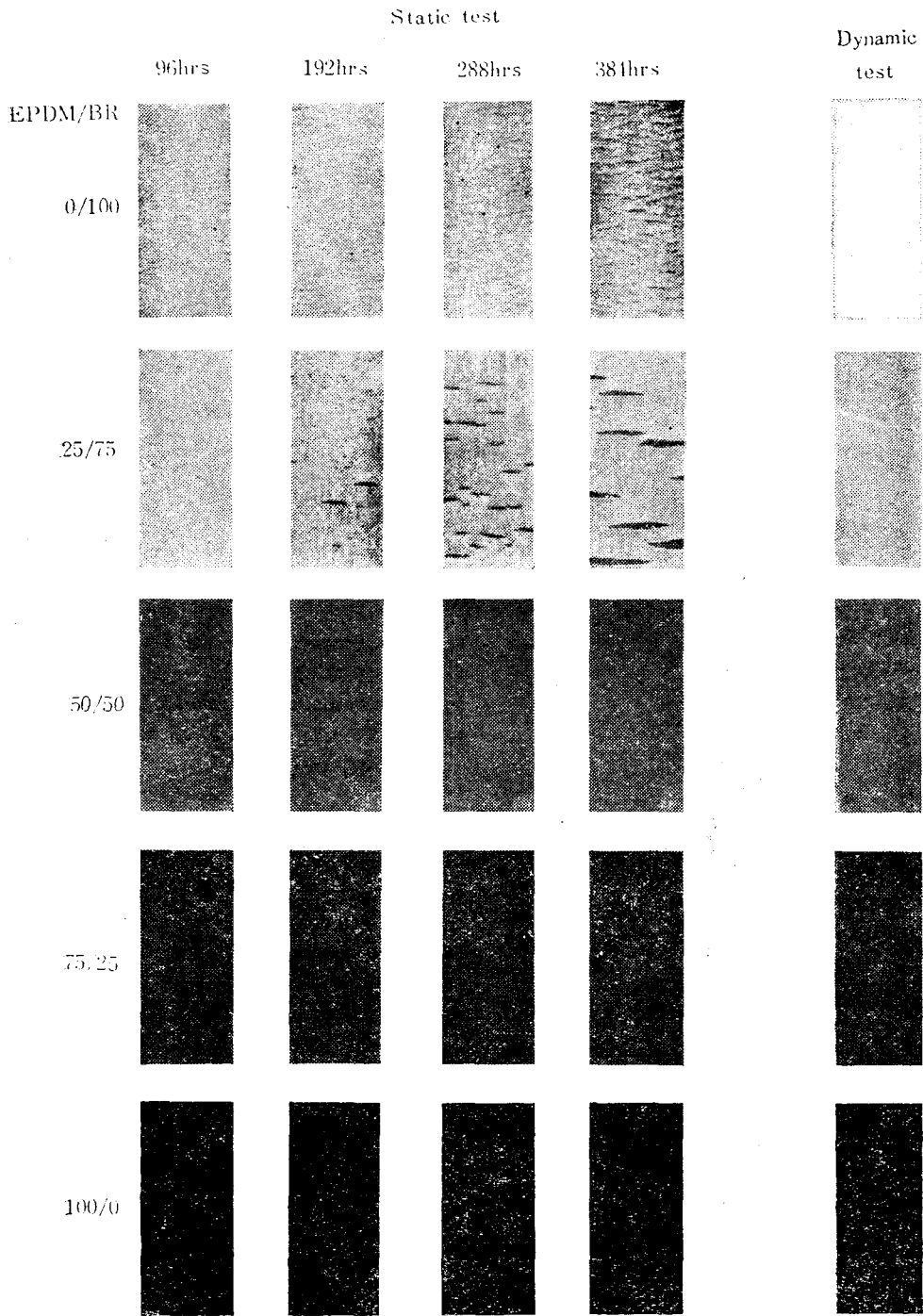


Photo 1~3. Results of ozone test

Table 5-3. Ozone resistance of EPDM and BR blend

EPDM/BR blending ratio	Ozone test				Dyna- mic test
	Static test				
	96 hrs	192hrs	288hrs	384hrs	
0/100	C-2	C-3	D-3	D-4	A-1
25/75	B-3	B-3	D-3	C-5	A-1
50/50	A-1	A-1	A-1	A-1	A-1
75/25	A-1	A-1	A-1	A-1	A-1
100/0	A-1	A-1	A-1	A-1	A-1

※Criterion of judgment

Number of cracks

- A: No crack
- B: Less than a few cracks
- C: Several cracks here and there
- D: Many cracks
- E: Countless cracks(all over the surface)

Size of cracks

- 1: No Crack
- 2: Barely seen by naked eyes
- 3: Small(~1mm)
- 4: Medium(1~3mm)
- 5: Large(3mm~)

### 結 論

1. EPDM 이 増量됨에 따라 元來 引張强度가 낮은 BR 單獨일때 보다 漸次 低下되는 것을 알수있다.
2. 耐熱老化性은 EPDM 이 増量됨에 따라 漸次改善되고 특히 50 phr 以上에서는 顯著하게 向上되며 한便 100°C 에서나 120°C 에서의 溫度에 對한 影響은 크게 받지 않는다.
3. 伸張率 역시 EPDM 이 越等하게 높지만 EPDM 이 増量됨에 따라 BR 單獨일때 보다 漸次 低下되었다.
4. 反撥彈性은 BR 의 가장 큰 特性中의 하나로서 EPDM 에 比하여 越等하게 크지만 EPDM 이 増量됨에 따라 顯著하게 低下되는 傾向을 나타냈다.
5. EPDM 및 BR 共히 引裂强度가 낮은 고무로서 blending 에 依한 低下는 別로 나타나지 않았다.
6. 耐 ozone 性은 EPDM 을 blending 하므로서 顯著하게 向上되며 특히 50 phr 以上이 되면 耐 ozone 防止劑를 添加하지 않아도 全然 ozone 에 對한 影響을 받지 않는다.

### 文 獻

1) Kim, Joon Soo: *J. of the Korean Institute of*

*Rubber Eng.*, 6(2), 65 (1971)

2) Kim, Joon Soo: *J. of the Korean Institute of Rubber Eng.*, 6(2), 73 (1971)

3) Kunitaka Kimura et al: *J. of the Soc. of Rubber Ind. Japan.*, 40 406(1967)

4) Ichiro Iwami et al: *J. of the Soc. of Rubber Ind. Japan.*, 41, 540 (1968)

5) 府川通博等: *合成ゴム*, 12(2), 5 (1970)

6) Kunio Satke et al: *J. of the Soc. of Rubber Ind. Japan.*, 44, 38(1971)

7) Masawaky Kurabayash et al: *J. of the Soc. of Rubber Ind. Japan.*, 40, 406(1967)

8) P.E. Wei et al: *Rubber Chem. & Tech.*, 39, 1094 (1966)

9) P.E. Wei et al: *Rubber Chem. & Tech.*, 39, 1105 (1966)

10) Minoru Imoto et al: *J. of the Soc. of Rubber Ind. Japan.*, 42, 439 (1969)

11) Kunio Satake et al: *J. of the Soc. of Rubber Ind. Japan.*, 44, 299(1971)

12) Sumitomo Chem. Co. Technical Data: Esprene EPDM の 特性と 配合

13) Sumitomo Chem. Co.: Esprene EPDM Technical Information.

14) Yuji Minoura: *J. of the Soc. of Rubber Ind.*, 36, 918(1953)

15) M.S. Sutton: *Rubber world*, 149, 62(1966)

16) Kunio Satake et al: *J. of the Soc. of Rubber Ind.*, 44, 445(1971)

17) J.F. Qurk et al: *Rubber Age.*, 94, 733(1964)

18) Minoru Imoto et al: *J. of the Soc. of Rubber Ind.*, 41, 442 (1968)

19) Minoru Imoto et al: *J. of the Soc. of Rubber Ind.*, 41, 520 (1968)

20) Minoru Imoto et al: *J. of the Soc. of Rubber Ind.*, 41, 1103 (1968)

21) Minoru Imoto et al: *J. of the Soc. Rubber Ind.*, 42, 191 (1969)

22) Minoru Imoto et al: *J. of the Soc. of Rubber Ind.*, 41, 583 (1968)

23) 小西新治郎 等: *合成ゴム*, 12(3), 26(1970)

24) E.H. Andrews: *J. Polymer Sci.*, 10, 47 (1966)

25) Sumitomo Chem. [Co. Technical Data: EPDM blend ゴムの 耐 ozone 性.

26) Mitsui petrochem. Ind.; EPDM Technical Report.

27) K.H. Wirth: *Rubber Age.*, 101, 51 (1969)

28) H.Baldiga et al: *Rubber Chem. & Tech.*, 39, 1347 (1966)

29) Hitosh Nishizawa: *J. of the Soc. of Rubber Ind.*, 44, 725 (1971)

30) R.F. McCabe: *Rubber Age.*, 96, 395 (1964)